

500.43675X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): H. YAMAMOTO, et al

Serial No.:

Filed: March 19, 2004

Title: OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM,
OPTICAL INFORMATION RECORDING DEVICE AND
MANUFACTURING METHOD OF OPTICAL
INFORMATION MEDIUM

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 19, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s)
hereby claim(s) the right of priority based on **Japanese Patent Application No.(s)**
2003-189501 filed **July 1, 2003**.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus

Registration No. 22,466

MK/nac
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 日
Date of Application:

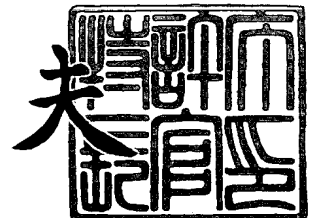
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 8 9 5 0 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 8 9 5 0 1]

出 願 人 株 式 会 社 日 立 製 作 所
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 7 8 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT03P0486

【提出日】 平成15年 7月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/24

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内

【氏名】 山本 浩貴

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内

【氏名】 内藤 孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

【氏名】 新谷 俊通

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 4 年度新
エネルギー・産業技術総合開発機構（再）委託研究、産
業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光情報記録媒体、光情報記録装置及び光情報記録媒体の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号が記録される光記録膜と、該光記録膜に直接又は他の膜を介して積層された誘電体多層反射層とを含む光情報記録層ユニットを透明中間層を介して、基板上に複数形成した光情報記録媒体であって、上記誘電体多層反射層は低屈折率膜と高屈折率膜を繰り返し積層した誘電体多層膜と、該誘電体多層膜中に形成され、光照射により複素屈折率が非線形に変化する屈折率変化膜を有することを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項 2】 読書きに用いられるレーザーが集光照射される光情報記録層の部位の反射率がそれ以外の部位の反射率よりも高いことを特徴とする請求項 1 記載の光情報記録媒体。

【請求項 3】 上記ユニットの数が 2 ～ 10 であることを特徴とする請求項 1 記載の光情報記録媒体。

【請求項 4】 上記ユニット内の上記低屈折率膜、高屈折率膜及び屈折率変化膜の総数が 9 ～ 20 であることを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録媒体。

【請求項 5】 上記情報記録層に形成される誘電体多層反射層は、レーザーが読書きのために集光照射される部位の反射率 R_2 と、それ以外の部分の反射率 R_1 の反射率差 $\Delta R = R_2 - R_1$ が 0.8 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録媒体。

【請求項 6】 上記誘電体多層反射層を構成する低屈折率膜の屈折率 n_1 と、高屈折率膜の屈折率 n_2 の比 n_1 / n_2 が 0.80 以下であり、かつそれぞれの屈折率 n とそれぞれの膜厚 d との積 nd が読書きに用いられるレーザー波長の 0.15 ～ 0.35 倍であることを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録媒体。

【請求項 7】 上記誘電体多層反射層を構成する屈折率変化膜が Co、Fe、Ni、V、Mn、Cr、Cd、Zn、Cu、Ag、Pt 及び Au からなる群から選ばれた少なくとも一つの元素、あるいはそれらの酸化物、窒化物または硫化

物の粒子を含む薄膜であり、かつ上記低屈折率膜は SiO_2 であり、かつ上記高屈折率膜は TiO_2 、 ZnS-SiO_2 、 Si_3N_4 及び Ta_2O_5 の一種以上を含む薄膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録媒体。

【請求項 8】 上記中間層は非晶質の誘電体薄膜であり、かつこの中間層の膜厚が $0.3 \mu\text{m}$ 以上 $3 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録媒体。

【請求項 9】 基板上に、化学気相堆積法を用いて誘電体多層反射膜を形成する工程と、スパッタリング法を用いて屈折率変化膜を形成する工程と、保護膜及び光記録膜を形成する工程を含み、これらの工程を繰り返し行って多層の記録層を形成する光情報記録媒体の製造方法であり、上記化学気相堆積法は原料ガスを真空チャンバーに交互に入れ替えることにより多層構造を形成することを特徴とする光情報記録媒体の製造方法。

【請求項 10】 上記化学気相堆積法又はスパッタリング法による成膜時に、上記基板が自転及び公転することを特徴とする請求項 9 に記載の光情報記録媒体の製造方法。

【請求項 11】 光信号が記録される光記録膜と、該光記録膜に直接又は他の膜を介して積層された誘電体多層反射層とを含む光情報記録層ユニットの複数個を透明中間層を介して、基板上に形成した光情報記録媒体であって、上記誘電体多層反射層は低屈折率膜と高屈折率膜を繰り返し積層した誘電体多層膜と、該誘電体多層膜中に形成され、光照射により複素屈折率が非線形に変化する屈折率変化膜を有する光情報記録媒体と、該光情報記録媒体より光情報を読書きするためのピックアップと、前記光情報記録媒体を支持し、かつ回転駆動を与えるスピンドルモータを有し、上記ピックアップは自動焦点機構ならびに上記光情報記録媒体の傾きに対して、ピックアップから照射されるレーザー光の光軸と上記光情報記録媒体との角度を自動で実質的に垂直に保持するレーザー照射角度保持機構を有することを特徴とする光情報記録装置。

【請求項 12】 上記レーザー照射角度保持機構はレーザーの強度分布を入力信号としてピックアップの角度を制御することにより行われることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 13】 上記光情報記録媒体は、読書きに用いられるレーザーが集光照射される光情報記録層の部位の反射率がそれ以外の部位の反射率よりも高いことを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 14】 上記光情報記録媒体の上記ユニットの数が 2 ～ 10 であることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 15】 上記光情報記録媒体の上記ユニット内の上記低屈折率膜、高屈折率膜及び屈折率変化膜の総数が 9 ～ 20 であることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 16】 上記光情報記録媒体は、上記情報記録層に形成される誘電体多層反射層は、レーザーが読書きのために集光照射される部位の反射率 R_2 と、それ以外の部分の反射率 R_1 の反射率差 $\Delta R = R_2 - R_1$ が 0.8 以上であることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 17】 上記光情報記録媒体は、上記誘電体多層反射層を構成する低屈折率膜の屈折率 n_1 と、高屈折率膜の屈折率 n_2 の比 n_1 / n_2 が 0.80 以下であり、かつそれぞれの屈折率 n とそれぞれの膜厚 d との積 nd が読書きに用いられるレーザー波長の 0.15 ～ 0.35 倍であることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 18】 上記光情報記録媒体は、上記誘電体多層反射層を構成する屈折率変化膜が Co、Fe、Ni、V、Mn、Cr、Cd、Zn、Cu、Ag、Pt 及び Au からなる群から選ばれた少なくとも一つの元素、あるいはそれらの酸化物、窒化物または硫化物の粒子を含む薄膜であり、かつ上記低屈折率膜は SiO_2 であり、かつ上記高屈折率膜は TiO_2 、 ZnS-SiO_2 、 Si_3N_4 、 Ta_2O_5 を含有する薄膜であることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【請求項 19】 上記光情報記録媒体の上記中間層は非晶質の誘電体薄膜であり、かつこの中間層の膜厚が $0.3 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 11 に記載の光情報記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2層以上の多層光情報記録層を有する光情報記録媒体に関し、特に反射率が変化する誘電体多層反射層を有する大容量光情報記録媒体、及びこの誘電体多層反射層を形成するのに適した光情報記録媒体の製法、及びこの媒体を記録再生するのに適した光情報記録装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年の光通信を用いた情報化社会の発展により、大容量の情報を高速で通信できる通信システムの構築が必要となっている。このような大容量高速光通信を展開するために必要不可欠な光デバイスとして、大容量の光情報を蓄積するための光情報記録媒体が挙げられる。更にテレビ画像などの映像のデジタル化、高精細化などの高画質化に伴い、これらの高画質状態を保ち、かつ長時間記録可能な大容量光情報記録媒体の開発が急務である。

【0003】

現在、光情報記録媒体として、片面4.7GBの容量を有するDVDが実用化され、コンピューター用途のほか、ビデオなどの大容量動画を扱うための媒体として広く普及している。このDVDは、直接基板に情報が書き込まれた読み出し専用のROM(DVD-ROM)の他、書換え可能な記録再生媒体としても実用化が進んでいる。

【0004】

このような光情報記録媒体の高記録密度化を目的とした開発が行われており、情報記録の高密度化を達成する手段として、CDなどに使われていたレーザー(780nm)よりも短波長の650nmのレーザー光を用いている。しかし、コンピューターグラフィックスやデジタルハイビジョン映像等の大容量の情報を扱うためには、更にその4~5倍の高記録密度化を達成する必要がある。これを達成するため、更に短波長の青色半導体レーザー(波長405nm)を用いる光ディスクの開発が行われ、片面27GBの光ディスクの実用化が進められている。

【0005】

更なる光ディスク大容量化の技術として、多層記録、多値記録、超解像記録な

どの開発が行われている。これらの次世代の大容量化を担う技術として、多層記録技術は最も有力な大容量化技術の一つである。

【0006】

しかしながら、この多層記録では、光入射方向に対して手前に存在する光記録層による光の吸収により、それより奥に位置する記録層へ達する光強度が低下するため、非常に大出力のレーザーが必要であるという課題を有していた。また読取りを行う層以外の情報が信号として検出されるクロストークが起り易いという課題を有していた。

【0007】

このため、例えば特許文献1記載のように半透明の反射層を設けて透過率を向上させる方法や、特許文献2記載のように、波長を多重にし、それぞれの記録層の前にフィルター層を設けて情報を読まない層からのクロストークを低減するなどの方法が開示されている。

【0008】

【特許文献1】

特開 2002-15464 号公報 (要約)

【特許文献2】

特開 2002-117585 号公報 (要約)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら特開 2002-15464 号記載の方法では、各層からの反射光量が不十分であり、また半透明であるため第2層への光透過率がいまだ不十分であった。また特開 2002-117585 号記載の方法では、複数の波長のレーザー搭載が必要になり、駆動系の簡略化が難しかった。本発明の目的は、レーザー発振器の出力を上げることなく、クロストークが少なく高S/N比の光情報記録が可能な記録媒体を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の光情報記録媒体は、光信号が記録される光記録膜と、該光記録膜に直

接又は他の膜を介して積層された誘電体多層反射層とを含む光情報記録層ユニットを透明中間層を介して、基板上に複数形成した光情報記録媒体であって、上記誘電体多層反射層は低屈折率膜と高屈折率膜を繰り返し積層した誘電体多層膜と、該誘電体多層膜中に形成され、光照射により複素屈折率が非線形に変化する屈折率変化膜を有するものである。

【0011】

また、この誘電体多層反射層は低屈折率膜と高屈折率膜を繰り返し積層した誘電体多層膜と、この誘電体多層膜中に形成され、光照射により複素屈折率が非線形に変化する屈折率変化膜とから構成され、読書きに用いられるレーザーが集光照射される光情報記録層の部位の反射率がそれ以外の部位の反射率よりも高いことが好ましい。

【0012】

本発明の記録媒体の特徴部となる光記録層の構成は、以下のとおりである。

【0013】

(1) 2以上の光記録層が設けてあり、1枚のディスクの記録容量を増大する。記録層の数は任意であり、2層以上10層程度設けられる。通常、各記録層の両側には保護膜が形成される。

【0014】

(2) 上記光記録層の記録又は読み出しの光源とは反対側（光源から遠い側）に、低屈折率層と高屈折率層を交互に積層したフォトニッククリスタル又は誘電体多層膜が配置される。その総数は合計で9層以上であることが好ましく、特に13層以上が好ましい。各誘電体多層膜と記録層が交互に積層され、光源に対して順次配置される。

【0015】

(3) 上記誘電体多層膜の中に、複素屈折率が非線形かつ可逆的に変化する屈折率変化膜が介挿される。この屈折率変化膜の屈折率はレーザーなどの照射光の強度に応じて変化する。透過性膜と反射膜のいずれかに変化する。例えば特定波長の光で第1記録層を読書きしている時は、その第1記録層の誘電体多層膜の屈折率変化膜は透明であり、第2、第3記録層については、それらの誘電体多層膜内

の屈折率変化膜はその波長の光に対して反射膜となるように、屈折率が変化する。このため、記録層間のクロストークが防止できる。また、上記の作用により、レーザーの出力を大きくしなくとも、クロストークが防止できるから、高いS/N比で情報を読書きすることができる。なお、本発明では、上記(2)と(3)を合わせて、誘電体多層反射膜と称する。

【0016】

(4) 上記記録層—誘電体多層膜—屈折率変化膜のユニットの間には透明中間層が挿入され、またディスクの最外層にはカバー層が形成される。上記情報記録層に形成される誘電体多層反射層は、レーザーが読書きのために集光照射される部位の反射率 R_2 と、それ以外の部分の反射率 R_1 の反射率差 $\Delta R = R_2 - R_1$ が0.8以上である。更に上記誘電体多層反射層を構成する低屈折率膜の屈折率 n_1 と、高屈折率膜の屈折率 n_2 の比 n_1/n_2 が0.80以下である。

【0017】

また、低屈折率膜の屈折率 n_1 、高屈折率膜の屈折率 n_2 と、低屈折率膜の膜厚 d_1 、高屈折率膜の膜厚 d_2 との積 $n_1 d_1$ 及び $n_2 d_2$ が、読書きに用いられるレーザー波長の0.15～0.35倍の範囲内にあることが望ましい。

【0018】

上記誘電体多層反射層を構成する屈折率変化膜がCo、Fe、Ni、V、Mn、Cr、Cd、Zn、Cu、Ag、Pt及びAuからなる群から選ばれた少なくとも一つの元素、あるいはそれらの酸化物、窒化物または硫化物の粒子を含む薄膜である。また、上記低屈折率膜は SiO_2 が好ましい。上記高屈折率膜としては TiO_2 、 ZnS-SiO_2 、 Si_3N_4 及び Ta_2O_5 のいずれか又は2種以上を含有する薄膜である。

【0019】

本発明の光情報記録媒体の上記中間層は、非晶質の誘電体薄膜が好ましく、この中間層の膜厚は0.3 μm 以上3 μm 以下が適切である。

【0020】

本発明の光情報記録媒体の製造方法は、基板上に化学気相堆積法を用いて誘電体多層反射膜を形成する工程と、スパッタリング法を用いて屈折率変化膜を形成

する工程と、保護膜、及び光記録膜を形成する工程と、から構成され、これらの工程を繰り返し行って多層の記録層を形成する光情報記録媒体の製造方法であり、上記化学気相堆積法は原料ガスを交互に入れ替えることにより多層構造を形成する。上記化学気相堆積法、及びスパッタリング法による成膜時に、上記基板が自転ならびに公転する。

【0021】

更に、本発明の光情報記録装置は、少なくとも光情報記録媒体より光情報を読み書きするためのピックアップと、前記光情報記録媒体を支持し、かつ回転駆動を与えるスピンドル及びスピンドルモータとから構成される光情報記録装置であり、上記ピックアップは自動焦点機構ならびに上記光情報記録媒体の傾きに対してピックアップから照射されるレーザー光の光軸と光情報記録媒体との角度を自動で垂直に保持するレーザー照射角度保持機構を有する。

【0022】

上記レーザー照射角度保持機構はレーザーの強度分布を入力信号としてピックアップの角度を制御することにより行われる。また、上記光情報記録媒体は2層以上の多層の光情報記録層を有し、各光情報記録層には誘電体多層反射層を有し、かつこの誘電体多層反射層は低屈折率膜と高屈折率膜を繰り返し積層した誘電体多層膜と、この誘電体多層膜中に形成され、光照射により複素屈折率が非線形に変化する屈折率変化膜とから構成される。

【0023】

【発明の実施の形態】

（実施例1）

実施例を用いて、本発明を詳細に説明する。図1に、本発明で作製した読書き、消去可能な2層構造の光記録層を有する光情報記録媒体の断面構成図を示す。図1において、1は基板であり、2は第1層目の光情報記録層である。また3は、第1層目の光情報記録層2の、光源に対して下部に設けられる誘電体多層反射層である。また2'、3'は第2層目の光記録層及びその下部に設けられる誘電体多層反射層であり、第1層目の光情報記録層よりも光源に対して下側に設けられる。

【0024】

4、6は保護膜、5は光記録膜であり、光情報記録層2は、これら4、5、6から構成される。また7は低屈折率膜、8は高屈折率膜、9は屈折率変化膜であり、これら7、8、9により、誘電体多層反射層3が形成される。この図のように、屈折率変化膜9は、低屈折率膜7、高屈折率膜8の繰り返し周期構造中に形成される薄膜である。

【0025】

このように屈折率や消衰係数の異なる誘電体(7、8)の周期構造をもつ積層体から構成される層は、一般に、一次元のフォトニッククリスタル、あるいは誘電体多層膜と呼ばれる。

【0026】

第1層目の光情報記録層2、3と第2層目の光情報記録層2'、3'の間には、光のフォーカスポイントをずらして2層同時に読書きが行われることを防ぐため、100nm～1μmの中間層10が形成されている。また第1層目の光情報記録層2のレーザー入射方向に対して上部にはカバー層11が形成されている。読書きに用いるレーザー光はカバー層11側から入射され、各層を透過し、また各層界面で反射したのち、図には示されていない光検出器に入る。本実施例では、入射されるレーザー光には波長405nmの半導体レーザーを用いて実験を行った。

【0027】

本発明では、1の基板に厚さ1.1mm、直径120mmのポリカーボネートの基板を用いた。この基板は内径に基板チャックのための15mmφの穴が形成されている。保護膜4、6として80ZnS-20SiO₂(mol比)薄膜を用いた。膜厚は、光学的に反射率が高くなるように調整するが、その範囲は20nm～100nmの間で行った。光記録膜5には10Ge-70Sb-20Te(mol比)からなる記録層を10nm形成した。

【0028】

誘電体多層反射層3を構成する低屈折率膜7として、SiO₂を、高屈折率膜8として80ZnS-20SiO₂(mol比)、TiO₂、Si₃N₄、Ta₂O₅

から選ばれる薄膜材料を用いた。これらの材料を用いることにより、低屈折率膜の屈折率 n_1 と高屈折率膜屈折率 n_2 の比 n_1/n_2 を 0.80 以下とすることができ、このような屈折率比の大きい材料系を選択することにより、トータル層数が少なくても効率的な誘電体多層膜を形成することが可能となる。

【0029】

また所望の波長において大きな反射率比の得られる誘電体多層反射層を作製するためには、各層の屈折率と反射率の積が用いる波長の 4 分の 1 程度になることが好ましい。用いるレーザー波長が 405 nm であり、低屈折率膜 7 の SiO_2 の屈折率が 1.48 であることから、膜厚を 58 nm とした。また高屈折率膜 8 として 80 ZnS-20 SiO_2 を選択した場合、の 80 ZnS-20 SiO_2 の屈折率が 2.56 であることから、膜厚を 37 nm とした。屈折率変化膜 9 にはコバルト酸化物 Co_3O_4 を 70 nm 形成した。図 1 では、この低屈折率膜 7 と高屈折率膜 8 を交互に 4 層積層した後、屈折率変化膜 9 を形成し、更に 7 及び 8 を 9 層形成した例について示した。

【0030】

上記のような誘電体多層反射層を反射層とする光情報記録層を、図 1 に示す多層薄膜構造の基板に近い側から順次成膜を行った。すなわち、基板に近い第 2 層目の多層反射層 3'、第 2 層目の記録層 2' を形成したのち、中間層 10 を形成した。本実施例では、中間層として SiO_2 薄膜を 400 nm から 10 μm 形成した。その後、更に第 1 層目の誘電体多層反射層 3 と記録層 2 を、上述の方法と同様の方法で積層し、2 層型光記録媒体を作製した。

【0031】

本実施例では、すべての成膜をスパッタリング法及び化学気相堆積法 (CVD 法、Chemical Vapor Deposition) を用いて行った。スパッタリングターゲットとして各薄膜材料と同じ組成を有するターゲット材料を配した。本実施例では、ディスク構成に用いる材料は SiO_2 、80 ZnS-20 SiO_2 、 Co_3O_4 、10 Ge-70 Sb-20 Te の 4 種類であるので、4 つのターゲットをスパッタリングチャンバー内に配置し、前記積層構造を自動プログラミングによって膜厚を制御することによって作製した。

【0032】

光記録膜5はDCマグネトロンスパッタ法を用いて、また他の層はRFマグネトロンスパッタ法を用いて形成した。各層ともスパッタガスとしてアルゴンガスを用い、ガス圧を約0.7Paとして用いた。各層とも152.4mmφのターゲットに0.2kWから1kWのパワーを印加し、基板を自転、公転させて成膜した。

【0033】

更に、本実施例では、誘電体多層反射膜をより効率的に作製するため、誘電体多層反射膜作製チャンバーを設けた成膜装置を作製した。図18、図19に作製した成膜装置の外観図を示す。図18は、誘電体多層反射層作製部としてスパッタリングを用いる方式の装置図であり、図19は、化学気相堆積法（CVD法、Chemical Vapor Deposition）を用いる方式の装置図である。図18において、301は基板導入のためのロードロック室、302はスパッタ成膜室、303は誘電体多層反射層形成用チャンバー、304は基板を各ターゲット上に運搬するための回転基板ホルダー、305は保護層、記録層などを形成するターゲットである。また306は誘電体多層反射層を形成するためのターゲット、307は光ディスク基板である。

【0034】

更に310は中間層形成用チャンバーである。また図19において、308は誘電体多層反射層を形成するための原料供給源、309はその原料を誘電体多層反射形成用チャンバー303に導入するための導入管である。

【0035】

基板はロードロック室301から導入され、誘電体多層反射層形成用チャンバー303に入る。そこで基板が自転し、更に低屈折率層、光屈折率層、屈折率変化膜を用いて所望の積層体を構成できるように各ターゲットが所定の時間シーケンシャルに放電し、積層体を形成する。その後、基板はスパッタ成膜室302に入り、記録層が形成される。その後、更に中間層形成用チャンバーに入り、中間層が形成される。

【0036】

図19は、誘電体多層形成方式としてCVDを用いるタイプであり、成膜シーケンスに従って所望の原料が原料供給源308から導入され、基板上に堆積される。また中間層形成チャンバーは、スパッタあるいはCVDのいずれを用いてもよい。更に、中間層形成後、誘電体多層反射層形成チャンバー303と薄膜形成チャンバーであるスパッタ成膜室302に基板を導入し、2層目の光記録層を作成した。

【0037】

上記のような成膜装置を用いて保護膜、記録膜などを形成する通常のスパッタによる成膜室と、誘電体多層反射層、中間層を形成する成膜室を分け、更にこれらを円形に配置することによって効率のよい積層体形成を行うことが可能であった。また、これらを円形に配置していることにより、この多層記録層を理論的には何層も形成することが可能である。

【0038】

誘電体多層反射層形成部及び中間層形成部にCVD法を用いることによりスパッタリング法に比べて高速に成膜が可能であった。このことから、CVD法を用いることにより更に効率的に成膜することが可能である。CVD法の原料としては、低屈折率膜である SiO_2 、高屈折率膜である Ta_2O_5 、 ZnS-SiO_2 、 TiO_2 及び Si_3N_4 のいずれか、屈折率変化膜である Co_3O_4 、 ZnO などを含有する気体及び液体原料であればどのようなものでもよい。

【0039】

これらの層を形成した後、カバー層11として外径120mmφ、内径15mmφ、厚さ0.1mmのポリカーボネートシートを貼り付けた。成膜の終了した基板材料に紫外線硬化接着剤をスピンコートにより塗布した後、上面からカバー層11としてポリカーボネートシートを載せ、基板とシートを均一に加圧した後、紫外線照射することによって、気泡を抱き込まないでシートを張り付けた。また基板とシートの位置ずれをなくするため、基板内径部分に位置決め用の外径15mmφのポールを立て、そのポールをガイドとして基板をセットし、更にカバー層11をこのポールをガイドとしてセットし、上部から均一に加圧して張り付けた。

【0040】

図2に、この光ディスクの断面の鳥瞰図を示す。図2において、1は基板、200は図1に示す2～11の各層からなる2層記録光記録層であり、201は情報をもって記録された記録パターンである。図2に示すように、本実施例で検討した光ディスクは、ランド・グルーブ構造を有しており、ランド部及びグルーブ部ともに記録される。

【0041】

この積層体に波長405nmの半導体レーザーを開口数0.85の集光レンズを用いて成膜面側から集光照射し、光情報の記録、再生、消去を行い、光ディスクの特性評価を行った。

【0042】

本発明の光情報記録媒体では、この誘電体多層反射層のうち、屈折率変化膜9は、その屈折率及び消衰係数がレーザー照射時にその強度に応じて可逆的に変化する。まず、この屈折率変化膜9単層の膜について、レーザー照射による屈折率変化を求めた。その結果を図4、図5及び図6に示した。なお、図4、図5及び図6は、2002年8月に発刊された刊行物（Appl. Phys. Lett. 81巻6号999ページ～1001ページ）に本発明者らが記述したデータで、本発明が利用する現象の一部を説明するために引用した。

【0043】

図3に、屈折率及び消衰係数変化の測定に用いたエリプソメーターの模式図を示す。図3において、1は基板、11は屈折率変化膜、12はパルス発生器、13は光源、14は偏光子、15は入射光、16は反射光、17は検光子、18はフィルター、19は受光器、20はデジタルオシロスコープ、21は制御用コンピュータ、22は焦点レンズである。光源13として波長650nm及び405nmの半導体レーザーを用いた。

【0044】

このレーザーを、パルス発生器12を用いて所望の強度、時間を有するパルス光とした。このパルス光を偏光子を用いて光の振動面が試料表面に平行な光（s偏光）と垂直な光（p偏光）になるように偏光させた。また焦点レンズ22を用

いてこのレーザー光を試料表面に集光させた。このとき、波長が650 nmの場合は集光部のレーザー径は0.9 μm であった。また波長が405 nmのとき、0.6 nmであった。

【0045】

このような偏光を試料に照射すると、試料の膜厚、屈折率、及び消衰係数によってs偏光とp偏光の反射率と位相が異なる。従って、膜厚を予め測定しておき、s偏光とp偏光の反射率比、位相を求めることにより、屈折率と消衰係数を推定できる。ここで、一般的に複素数表示された屈折率の実部が屈折率、虚部が消衰係数であり、材料の光の吸収に関するパラメータである。

【0046】

反射光の受光側に検光子17を置き、検光子の角度を回転させ、それぞれの検光子角度で得られる反射光量からs偏光とp偏光の反射率比、位相を求めた。検光子角度は一回転を12分割した各角度で測定した。また受光器は許容量以上の光が入射されると適切な解析が不能になるため、各パルス光の強度に応じたフィルター18を設置して受光器に入る反射光量を調節した。

【0047】

反射光は受光器に導入される光をデジタルオシロスコープ20で時間分割し、2 nsごとに測定した。またパルス光が入射される50 ns前から測定を開始し、パルスが発生してから100 nsの間測定した。また一回の測定ではレーザーや受光器のばらつきや電氣的なノイズによりSN比が低く、精密な測定ができないため、それぞれの測定を128回積算してその平均値として求めた。

【0048】

図4に、この屈折率変化膜9として Co_3O_4 を用いた場合の、この膜単層のレーザー強度に対する屈折率、及び消衰係数の変化を示す。レーザー波長は405 nmである。図4において、横軸は時間であり、時刻0からレーザーパルスが立ち上がる。レーザーパルスを発生させないときの光強度は0.16 GW/m^2 であり、このときの屈折率は1.9であった。

【0049】

レーザーパルス強度上昇によって屈折率は大きく上昇し、レーザーパルス強度

が 8.2 GW/m^2 のとき 2.7 と、その変化量は 42% となった。またレーザーパルス強度が 1.0 GW/m^2 のときの屈折率は約 2.1 であり、10.5% 程度の屈折率変化が見られた。また消衰係数もレーザー強度変化に応じて変化しており、0.85 から 0.65 と、約 24% 低下していた。この屈折率の変化の応答速度は図 4 のパルス立ち上がりに対するレーザー強度の立ち上がり速度から、ナノ秒以下であることが推定される。

【0050】

レーザーパルス強度に対する屈折率及び消衰係数の関係を図 5 及び図 6 に示す。これらの図には図 3 の装置を用いて図 4 と同様の測定を波長 650 nm の赤色レーザー場合について行った結果についても同時に示す。波長 405 nm の青色レーザーの場合は図 4 で述べたように屈折率が 1.9 から 2.7 に上昇するが、波長 650 nm の赤色レーザーの場合は、屈折率は 3.3 から 3.0 に低下した。一方、消衰係数は 405 nm では 0.85 から 0.65 に、また 650 nm の場合は 1.15 から 0.6 に、いずれも低下した。

【0051】

図 6 に示すように、本発明で用いた集光機能層は消衰係数がいずれの波長においても低下した。また、図 5 に示すように、屈折率は波長 405 nm の青色レーザー照射の場合は上昇し、波長 650 nm の赤色レーザーの場合は低下していた。この材料の上記のような屈折率変化は、バンドフィリング現象と呼ばれるメカニズムによって生じている。

【0052】

図 7 及び図 8 に、バンドフィリング現象を説明する図を示す。図 7 は、消衰係数の波長依存性、図 8 には屈折率の波長依存性を示す。本実施例で用いた Co_3O_4 薄膜は、丁度 650 nm に相当するエネルギーを有する光学バンドギャップを有している。

【0053】

そのため、この波長より短い、つまりエネルギーの高い光を照射した場合にはこのバンドギャップに相当する位置に存在する電子が光を吸収し、励起状態となる。従って図 7 に示すように、長い波長の光は消衰係数が小さく、短い波長の光

に対する消衰係数は大きい。

【0054】

電子が励起されると徐々にエネルギーの低い準位に存在する電子が励起状態に達するが、この場合、最初に励起された電子よりも高いエネルギーの励起準位に励起される。すなわち、バンドギャップのエネルギーは最初に励起された電子に比べて高くなっていることが分かる。そうすると、エネルギーの低い長波長の光は吸収されなくなるため、光の吸収係数、つまり消衰係数が低下することになる。このような傾向は全波長域について起こるため、全ての波長に対して消衰係数は低下することになる。また、より低いエネルギーの光は吸収されなくなるため、全体的に光の吸収は短波長側にシフトしたともいうことができる。

【0055】

一方、図8に示すように、屈折率は消衰係数のクラマース・クローニツヒの関係を用いて算出され、バンドギャップエネルギーにおいてピークを持つ。屈折率の波長依存性も、消衰係数の短波長側へのシフトに伴い同様にシフトする。その結果、バンドギャップ近傍では屈折率は低下し、バンドギャップより短い波長域では逆に屈折率は上昇するということが分かる。つまり、バンドフィリング現象による屈折率変化では、高強度のレーザー光照射によって全波長域で消衰係数は低下し、屈折率は波長によって上昇したり低下したりする。

【0056】

このようにレーザー光照射によって屈折率が変化する薄膜を、低屈折率膜と高屈折率膜の積層構造中に一層のみ成膜して誘電体多層膜を形成し、その反射特性を評価した。図9に、本特性を評価するために作製した多層膜構造の断面の模式図を示す。図9に示す多層膜構造は、図1に示す光記録媒体の誘電体多層反射層と同じ構成である。

【0057】

すなわち、低屈折率膜7の SiO_2 の屈折率が1.48であることから、膜厚を58nmとした。また高屈折率膜8の $80\text{ZnS}-20\text{SiO}_2$ の屈折率が2.56であることから、膜厚を37nmとした。屈折率変化膜9にはコバルト酸化物 Co_3O_4 を70nm形成した。この低屈折率膜7と高屈折率膜8を交互に4

層積層した後、屈折率変化膜 9 を形成し、更に低屈折率膜 7 及び高屈折率膜 8 をそれぞれ 9 層ずつ形成した。

【0058】

図 9 に示す誘電体多層反射層の定常状態と励起状態における分光光学特性を評価した。この分光特性は、以下に示す方法により測定した。図 10 に、本測定の光学系を示す。図 10 において、210 は励起用光源、211 は測定用光源、212 は図 9 に示す基板上に形成された誘電体多層膜、213、214 は光学フィルター、215 はハーフミラー、216 はデジタルオシロスコープ、217、217' は光ディテクター、218 はミラー、219 および 220 は集光用レンズである。また 221 は遅延発生器である。

【0059】

本実施例では、この励起用光源 210 及び測定用光源 211 にパルス幅 5 ns の波長可変装置 (OPO) を搭載した YAG レーザーを用いた。この励起用光源及び信号光源の時間的同期をとるため、ディテクター 217、217' の信号をオシロスコープ 216 に導入してモニターしながら、遅延発生器 221 の遅延時間を制御することによって励起用光源 210 と測定用光源 211 の時間の同期を図った。

【0060】

また集光用レンズ 219、220 を用いて双方のレーザー光を約 $25\ \mu\text{m}\phi$ に絞り、試料表面に集光した。また、それぞれの光源 210、211 の光強度を測定のために最適化した。具体的には、光学フィルター 213、214 を配置し、試料へのダメージを抑制した。更に、励起用光源 210 の ON、OFF により、励起状態、定常状態の光スペクトルを測定することができる。なお、リファレンスとして A1 膜を形成した場合についてあらかじめ反射光量スペクトル強度を測定しておき、それに対する誘電体多層積層膜を測定した場合の反射光量スペクトル強度の比をもって反射率とした。

【0061】

なお、励起用光源からの光がディテクター 217 に入らないように光学系のセットアップを行った。測定用光源の波長は、波長可変用 OPO をパソコンにて操

作することにより、波長を 380 nm から 440 nm までスキャンしてスペクトルを測定した。

【0062】

図 11 に、図 9 に示す誘電体多層反射膜の反射率スペクトルを示す。励起光を入れない場合には波長 405 nm において急峻な反射率低下部が存在しており、405 nm における反射率の値は 0.005 であった。一方、励起光を入れた場合にはこの波長スペクトルが全体的に長波長側にシフトしており、反射率の低下する部分は 410 nm 程度にシフトしていた。またこのとき波長 405 nm における反射率は 0.9 程度と、ほぼ 1.0 に近い反射率を有することが分かった。この変化は、屈折率反射膜にレーザー光が照射された場合、図 3、図 4 及び図 5 に示す屈折率変化が生じるため、誘電体多層膜の反射率が変化し、その結果反射スペクトルが変化するものと考えられる。

【0063】

シミュレーションにより図 11 に示す構造によって各光学定数のフィッティングを行ったところ、図 11 の場合、屈折率変化膜の屈折率が励起用光源 210 を照射しない定常状態では 1.90 であり、励起用光源 210 を照射した励起状態では 1.95 と、2% 程度の屈折率変化をしていることが分かった。

【0064】

次に、誘電体多層反射膜を構成する低屈折率膜 7 と高屈折率膜 8 の膜総数と、屈折率変化膜 9 の反射率変化の関係について検討を行った。図 12 に、低屈折率膜と高屈折率膜の積層膜総数を変化させたときの屈折率変化膜 9 の屈折率に対する誘電体多層反射層の反射率の関係を示す。ここで、積層膜総数とは、繰り返し形成された低屈折率膜、高屈折率膜及び屈折率変化膜の合計の膜総数である。この 3 種類の積層膜が多層誘電膜反射層を構成する。本発明の記録媒体においては、この多層誘電膜反射層と記録層との組み合わせからなるユニットが基板上に 2 以上、特に 5 以上形成されている。なお、ユニット間には中間層が挿入されている。

【0065】

図 12 に示すように、膜総数が 3 のときは、屈折率変化膜 9 の屈折率が 1.9

のとき、誘電体多層反射層の反射率を 0.05 と小さくすることができた。そして、この屈折率変化膜 9 の屈折率が 2.7 に変化すると反射率が 0.27 に上昇する。また 5 層とすると反射率変化量は 0.05 から 0.52 と、3 層の場合に比べて更に大きな反射率比が得られた。

【0066】

従って膜総数を 3 層から 5 層に増加させるだけで、同じ屈折率変化のとき、より大きな反射率変化が得られる。更にサイクル数を増加していくと、21 層では屈折率を 1.9 から 2.2 に変化させることにより反射率を約 0.05 からほぼ 0.92 と非常に大きく変化させることができた。図 12 を見ると、積層数が多いほど屈折率変化膜 9 の屈折率変化が小さくても大きな反射率変化が得られることが分かる。

【0067】

次に、低屈折率膜 7、高屈折率膜 8 の膜厚変動による反射率変化を検討した。図 13 に、膜総数を 11 としたときの低屈折率膜 7 及び高屈折率膜 8 の膜厚に対する反射率の変化を示す。横軸には波長 (λ) に対する膜厚 (d) と屈折率 (n) の積の比 (dn/λ) をプロットした。この図のように、 dn/λ が約 0.25 のとき、反射率を 0.05 程度まで小さくできるが、この値から外れると反射率が大きくなった。この結果、屈折率変化が生じてても反射率の変化としては大きく現れず、好ましくない。

【0068】

図 13 より、低屈折率膜 7、高屈折率膜 8 とも、 dn/λ が 0.15 以上 0.35 以下であれば、反射率は 0.10 以下となり、良好であった。一方、 dn/λ が 0.15 未満あるいは 0.35 を超える場合には反射率が 0.10 を超えるため、反射率変化を大きくすることができず、好ましくなかった。以上より、低屈折率膜 7、高屈折率膜 8 の膜厚は dn/λ が 0.15 以上 0.35 以下であることが好ましい。

【0069】

次に、屈折率変化膜 9 として、いろいろな酸化物について検討を行った。表 1 に、本発明で検討した屈折率変化膜 9 を用いて作製した誘電体多層反射層の屈折

率変化及び反射率変化を示す。レーザー波長は405 nmとし、強度は1.0 GW/m²とした。高屈折率膜8には80 ZnS-20 SiO₂ (mol比)を用い、膜厚は38 nmとした。また低屈折率膜7にはSiO₂を用い、膜厚を53 nmとして誘電体多層反射層を作製した。屈折率変化膜9の膜厚は各実施例とも $n d / \lambda = 0.25$ となる膜厚とした。膜総数を31層とした。

【0070】

【表 1】

表 1

No.	屈折率変化膜⑨	n_1	k_1	R_1	n_2	k_2	R_2	$\Delta n(\%)$	$\Delta k(\%)$	ΔR	評価
実施例1	Co3O4	1.91	0.86	0.05	2.20	0.65	0.98	15.18	-24.42	0.93	◎
実施例2	Fe3O4	2.24	0.82	0.02	2.40	0.71	0.87	7.14	-13.41	0.85	○
実施例3	Fe2O3	2.05	0.50	0.04	2.21	0.42	0.95	7.80	-16.00	0.91	◎
実施例4	NiO	1.82	0.81	0.02	1.95	0.66	0.85	7.14	-18.52	0.83	○
実施例5	V2O5	1.73	0.21	0.06	1.88	0.10	0.95	8.67	-52.38	0.89	○
実施例6	ZnO	1.81	0.22	0.07	1.87	0.15	0.88	3.31	-31.82	0.81	○
実施例7	Cr2O3	1.95	0.41	0.08	2.12	0.33	0.92	8.72	-19.51	0.84	○
実施例8	MnO2	2.13	0.52	0.08	2.34	0.41	0.89	9.86	-21.15	0.81	○
実施例9	CdS	2.22	0.84	0.10	2.42	0.61	0.90	9.01	-27.38	0.80	○
実施例10	Au-SiO2	2.06	0.44	0.05	2.21	0.32	0.92	7.28	-27.27	0.87	○
実施例11	Ag-SiO2	2.34	0.45	0.06	2.51	0.34	0.91	7.26	-24.44	0.85	○
実施例12	Cu-SiO2	2.12	0.35	0.06	2.27	0.28	0.88	7.08	-20.00	0.82	○
比較例1	SiO2	1.46	0.01	0.06	1.48	0.01	0.07	1.37	0.00	0.01	×

【0071】

表1において、 n_1 、 k_1 、 R_1 はレーザー強度0.16 GW/m²で測定される

屈折率、消衰係数及び反射率であり、 n_2 、 k_2 、 R_2 はレーザー強度 1.0 GW/m^2 で測定される屈折率、消衰係数及び反射率である。また屈折率変化量 Δn 、消衰係数変化量 Δk は以下の式によって求めた。

$$\Delta n = (n_2 - n_1) / n_1 \times 100$$

$$\Delta k = (k_2 - k_1) / k_1 \times 100$$

また反射率差 ΔR は、

$$\Delta R = R_2 - R_1$$

として求めた。評価の項目では、反射率差 ΔR が 0.9 以上の場合を◎、0.8 以上、0.9 未満の場合を○、0.8 未満の場合を×として評価した。

【0072】

表 1 の実施例 1～9 は、電子励起による吸収の変化による屈折率変化を示す材料であり、いずれも消衰係数が低下する材料である。このうち、実施例 1～8 は遷移金属酸化物の薄膜を屈折率変化膜 9 として作製した誘電体多層反射層についての評価結果である。

【0073】

また実施例 9 はカドミウム硫化物薄膜を用いた場合の評価結果であり、更に実施例 10～12 は金、銀、銅の微粒子を SiO_2 ガラス中に分散させて形成した薄膜を用いた場合である。また比較例として、 SiO_2 を屈折率変化膜 9 として用いた場合について示した。

【0074】

表 1 の実施例 1 のコバルト酸化物である Co_3O_4 を用いた場合、屈折率、消衰係数の変化量も大きく、反射率差は 0.93 と非常に良好な結果が得られた。また実施例 3 の Fe_2O_3 を用いた場合にも、反射率差が 0.91 と、大きな値が得られ、良好であった。

【0075】

また実施例 2 及び 4～12 の酸化物、 CdS 及び金属微粒子を分散したガラス薄膜では、屈折率変化量 Δn は約 3～9% 程度であり、反射率差は 0.80～0.89 であった。また比較例 1 の SiO_2 の場合は、レーザー光強度を変化させても屈折率、消衰係数はほとんど変化せず、反射率差も 0.01 と低かった。

【0076】

以上のように、屈折率変化量が3%程度の薄膜材料を用いて誘電体多層反射層を作製した場合、80%以上の大きな反射率変化を得ることができた。反射率差が大きい材料としては、コバルト酸化物及び鉄酸化物が最も良好であった。またニッケル、バナジウム、クロム、亜鉛、マンガンの酸化物、またはカドミウム硫化物も良好であることが分かった。またSiO₂ではほとんど屈折率が変化せず、良好ではなかった。

【0077】

以上より、屈折率（反射率）変化膜用材料として、Co、Fe、Ni、V、Mn、Cr、Zn及びCdから選ばれる遷移金属酸化物、あるいは硫化物が好ましい。特に好ましくはコバルト酸化物または鉄酸化物であり、これらにより非常に大きな反射率差を得ることができた。

【0078】

次に図11を用いて、屈折率変化膜をCo₃O₄と固定した際、膜総数と反射率差ΔRとの関係について調べた。図4及び図5より、屈折率変化膜の屈折率は1.9から2.7に変化させることができる。このような状態のとき、3層構造では、反射率差ΔRは0.2である。また5層では0.45、11層では0.9と層数が多いほど同じ屈折率変化でもΔRが大きく取れる事が分かった。

【0079】

図20に、屈折率変化膜9の屈折率変化が1.9から2.7のときの反射率差ΔRを示す。層数が上昇するほどΔRが上昇し、9層以上のとき、ΔRが0.8以上となることが分かった。従って、積層膜総数は9層以上とすることが好ましい。

【0080】

更に、図4及び図5より、レーザー照射パワーが低いと屈折率変化膜9の屈折率上昇分は小さい。このような小さな屈折率変化においても大きな反射率変化を示す場合について検討する。図4及び図5より、0.1GW/m²の光を照射したとき、屈折率変化膜の屈折率は1.9から2.1と、約10%変化している。図20に、1.9から2.1に変化したときのΔRも同時に示す。このとき、反

射率差 ΔR は21層では0.65、31層では0.8、41層では0.90と変化した。図20の曲線より、小さい屈折率で0.8以上の大きな ΔR をとるためには、膜の層数を31層以上とすることがより好ましい。

【0081】

(実施例2)

次に、上記誘電体多層反射層を搭載した図1及び図2に示す2層の光記録層を有する光ディスクの記録再生特性を評価した。

【0082】

図14に、本実施例で使用した光情報記録再生装置のブロック図を示す。光記憶媒体としての光ディスク(100)の種類を判別する媒体判別手段(101)を有している。光ディスクは、モータ回路制御手段(102)により制御されるモータ(103)の回転軸に、直接または間接に接続された回転機構に一時的に固定される。ピックアップ(104)内の光源であるレーザーと反射光を検知する検知部により、光ディスクの情報を光信号として読取る。

【0083】

また、ピックアップ内の光源により、光ディスクに情報を記憶する。またピックアップはピックアップ移動ドライバ(123)によりトラック方向の位置決めがなされる。

【0084】

光信号は、プリアンプ(105)、読出し信号処理手段(106)、アドレス読取手段(107)、クロック同期信号読取り手段(108)を経て、再生信号復調手段(109)を介し、再生データ送出手段(110)により、装置外へ出力される。再生データは、表示装置やスピーカ等の所定の出力手段により出力されるか、または、パーソナルコンピュータなどの情報処理装置により、データ処理が行われる。

【0085】

本実施例では、通常の記録再生に用いられる回路系のほか、任意のレーザー波長を選択可能なレーザー選択手段(111)を設けた。レーザー選択手段の出力に基づき、レーザーパワー制御情報解析手段(112)の解析に基づいて、ピー

クパワー決定手段（113）にて使用されるピークパワーが決定される。また、同様に読み出しパワー決定手段（119）にて読み出しパワーが決定される。

【0086】

ピークパワー決定手段（113）の出力がパワー比決定手段（114）を介して記録パワーDCアンプ（115）と消去パワーDCアンプ（116）を経由してレーザードライバ（117）に入力され、ピックアップ内の光源を制御する。同様に読み出しパワーDCアンプ（118）を介して読み出しパワー決定手段（119）の出力はレーザードライバ（117）に入力され、ピックアップ内の光源を制御する。また、実際のレーザーとしては650nm、405nmの半導体レーザーを搭載した。

【0087】

更に本発明の光情報記録媒体は多層構造であるため、どの記録層を読書きするかにより焦点や焦点深度が異なるため、光記録層の選択に伴いオートフォーカシング機構可能な構造とした。更に本多層記録媒体ではディスクのティルトによる反射率の変動が従来の光記録媒体よりも大きいため、この誤差を補正する必要がある。

【0088】

そこで、このオートフォーカシング機構にディスクティルト検出器構を形成した。そしてディスクティルト検出器構の信号の情報より光ピックアップから照射されるレーザー光が常に光ディスクに対して垂直に照射するようにピックアップの角度調節する機構を設けた。これにより、媒体の傾きが生じてても常に垂直にレーザー光が入射するため、反射率変動の少ない光記録装置を構成することが可能となった。

【0089】

更に、トラッキング誤差検出手段（126）に高密度記録用のものを別に設け、媒体にあわせたトラッキングができるようにした。このトラッキング誤差検出手段（126）の情報はコントローラ（124）、ピックアップ制御回路（125）を介してピックアップに伝達される。また、媒体の反射率差を利用して媒体の種別判別機構を設け、これにより媒体種の違いにあわせてオートでトラッキン

グできるように設計した。

【0090】

データ記録の際は、記録データ受入手段（120）から記録データが入力され、記録データ変調手段（121）でデータ変調され、記録タイミング補正手段（122）を介してレーザードライバに入力され、ピックアップ内の光源を制御する。

【0091】

図14のような構成とすることにより、多層の光記録媒体をコンパチブルに使用できるだけでなく、大容量化などにより記録容量の異なるディスクを一台の装置で取り扱うことが可能となる。なお、光情報再生記録装置は、その目的・用途により、適宜その構成に変更を加えて使用しても良い。

【0092】

本実施例では、屈折率変化膜9として Co_3O_4 薄膜を用いた。実施例として、誘電体多層反射膜を構成する低屈折率層と高屈折率層の積層数を3層から61層まで変化させたものを用いた。

【0093】

比較例として、本実施例の多層反射膜の代わりに、通常の金属反射膜を反射膜とする2層記録媒体も作製した。金属反射膜としては、銀系の合金を用い、一層目の下の膜厚を20nm、二層目の下の膜厚を100nmとした。ここにマーク長 $0.149\mu\text{m}$ の繰り返し記録マークを書き込み、この信号のS/N比を評価した。

【0094】

ディスク回転線速度は 10m/s とした。この記録の際の記録ストラテジーを図15に示す。図15において、横軸は時間、縦軸はレーザーパワーであり、 P_w が記録パワー、 P_r は再生パワーである。 τ_w は書き込み時間、 τ_r は書き込みをしない時間であるが、本実施例は $\tau_w = \tau_r$ とし、一定のマーク間隔で記録を行った。書き込み後、強度 P_r の連続光を照射し、反射光量を読取り、信号とノイズの比S/N比を評価した。

【0095】

表 2 に、実施例で作製した屈折率変化膜を有する誘電体多層反射層を有する 2 層記録媒体の低屈折率層と高屈折率層との積層総数を示す。同時に、屈折率変化膜 9 の屈折率が 1.9 から 2.1 と、10% 変化したときの反射率差 ΔR を示す。

【0096】

【表 2】

表 2

	誘電体多層反射層の総積層数	反射率差 ΔR
実施例 13	61	0.9
実施例 14	31	0.8
実施例 15	21	0.7
実施例 16	11	0.3
実施例 17	3	0.1
比較例	(Ag 系反射膜)	-

【0097】

図 20 に示した積層膜総数と反射率差 ΔR の関係より、積層膜総数が 61 層では屈折率変化 ΔR は 0.9 であり、31 層では 0.8、21 層では 0.7、11 層では 0.3、5 層では 0.1 である。まず、第 1 記録層に関して、 P_w を 5 mW と固定して記録を行い、再生時の再生パワー P_r を 0.1 ~ 1.0 mW と変化させて S/N 比をプロットした。結果を図 16 に示す。実施例 13 ~ 17 において、積層膜総数が増加するほど S/N 比が向上していた。

【0098】

更に読み出しパワーが増加するほど S/N 比が向上することが分かった。再生パワーを 1.0 mW としたとき、十分な S/N 比である 40 dB を超えるのは積層数が 31 層以上であるときであった。従って、積層膜総数は 31 層以上であり、 ΔR が 0.8 以上であることが好ましい。

【0099】

図 11 に示すように、本実施例では、レーザーパワーが小さく、屈折率変化膜の屈折率が変化しない状態では反射率が低く、透過率を高くしているため、低パワー側で十分な S/N が得られないと考えられる。積層数が少ないと、再生パワーを増加させても反射率の変化量が小さいため、十分な S/N 比が得られないと

考えられる。

【0100】

一方、積層膜総数を増加させると、再生パワーの増加により急激に反射率が増加するため、徐々にS/N比が良好になると考えられる。特に層数61層では0.2mW程度で十分なS/N比が得られており、良好であった。また積層膜総数が31層のときは再生パワーが1.0mWで40dBが得られたので、十分実用に供し得ることが分かった。それ以下の層数の場合は再生パワーが大きくなるため、好ましくない。また、比較例では、逆に再生パワーが大きくなるとS/N比が低下する現象が見られた。これは再生パワーが大きくなると2層目のクロストークが発生するためと考えられる。

【0101】

次に、第2記録層の記録再生特性を評価した。まず記録パワー依存性を評価するため、記録焦点を第2層に合わせ、記録パワーPwを2mWから22mWまで変化させて記録したのち、再生パワーを1mWと固定して評価を行った。また比較例は1mWでは2層目の読み出しができなかったため、4mWで読み出しを行った結果について示す。結果を図17に示す。

【0102】

誘電体多層反射層を形成した実施例13～17では、記録パワーが5mW～6mWでS/Nが上昇し始め、記録がなされていることが分かった。これは、図16に示した一層目の記録再生実験で用いた記録パワーである5mWとほぼ等しく、一層目による光の損失がなく2層目の記録層に到達していることを示している。

【0103】

一方、比較例では20mWを超えたところから急激に記録がなされた。これは、一層目により光が吸収され、2層目に到達できる光の量が少ないため、これほどの光量が必要であることを示している。

【0104】

また実施例13～17では、第1層目の下の誘電体多層反射膜の透過率が高いため、低パワーでの記録が可能であったと考えられる。しかしながら、反射層の

積層総数が減少するにつれて読み出し時の S/N が低下していた。これは、読み出しパワーが 1 mW であるため、積層総数が少ない実施例では読み出し時の反射率が低いため、 S/N が低下したものと考えられる。

【0105】

以上のように、誘電体多層反射膜を用いた光ディスクでは、1 層目、2 層目とも、従来の光ディスク並みの非常に低いパワーで記録再生が可能であることが分かった。そして積層総数が多いほど S/N 比が高く、情報を読み出すことができるが、特に 31 層以上であれば良好な S/N 比を得ることができた。

【0106】

以上の実施例では、2 層の光情報記録層を有する光情報記録媒体について述べてきたが、図 18、19 に示す成膜装置を用いて、同様に 3 層、4 層、5 層、6 層と、積層数を増加した光情報記録媒体についても同様な実験を行った。その結果、記録層数の増加に伴ってよりレーザー光入射方向に対して深い位置にある記録層の S/N 比が劣化していく現象が見られ、11 層以上のときに $0.149 \mu\text{m}$ の記録再生試験において 40 dB 以上を得ることができなかった。従って、記録層数は 10 層以下であることが好ましかった。

【0107】

更に、中間層膜厚について検討を行った。本実施例では中間層膜厚を $0.3 \mu\text{m}$ から $3 \mu\text{m}$ の間で変化させた。 $0.3 \mu\text{m}$ 以下では、隣り合う 2 層が一つのレーザー焦点深度内に存在するため、いずれも高温状態となってしまう、記録が 2 層に渡っておこなわれてしまうため、好ましくなかった。 $0.3 \mu\text{m}$ を超えると二つの記録層が一つの焦点内に収まることなくなくなるため、記録を単一の層にのみ行うことが可能であり、良好であった。

【0108】

また中間層厚みを $3 \mu\text{m}$ 以上とすると中間層の成膜に時間がかかり、高い生産性を維持することが不可能であるため、好ましくなかった。また記録層数を増やした際、より深い層を読書きするときレーザーのピックアップが光ディスクの上部カバー層に物理的に接触する恐れが出てくるため、好ましくなかった。

【0109】

以上の検討より、中間層膜厚は $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましかった。

【0110】

【発明の効果】

本発明の誘電体多層反射膜を有する光情報記録媒体を用いれば、高 S/N で、かつ低パワーのレーザー強度で記録再生可能な多層光記録媒体が得られる。また各層間のクロストークが少ない光ディスクが得られる。また層間の中間層の膜厚を薄くできるので、すべて真空プロセスを利用した成膜が可能となる。更に、本発明の誘電体多層反射膜を有する光情報記録媒体を再生するための光情報記録再生装置は、ディスクティルトを検知してピックアップの角度を変更可能な機構を有しているため、安定した反射率での読書きが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例で作製した 2 層記録媒体の模式図。

【図 2】

本発明の実施例で作製した 2 層記録媒体の鳥瞰図。

【図 3】

本発明の非線形光学薄膜の評価光学系の模式図。

【図 4】

図 3 に示す評価光学系から得られたパルス光照射による屈折率と消衰係数の時間変化を示す図。

【図 5】

図 4 に示す屈折率のレーザーパルス強度に対する屈折率の関係を示す図。

【図 6】

図 4 に示す屈折率のレーザーパルス強度に対する消衰係数の関係を示す図。

【図 7】

本発明で用いた集光機能層の消衰係数の波長依存性を表す図。

【図 8】

本発明で用いた集光機能層の屈折率の波長依存性を表す図。

【図 9】

本発明で作製した誘電体多層反射膜の断面の模式図。

【図 10】

レーザー照射中の励起状態における透過率を測定する装置の光学系の模式図。

【図 11】

本発明で作製した誘電体多層反射膜の励起光の有無による反射率の変化を示す図。

【図 12】

集光機能層を構成する誘電体層のサイクル数を変化させたときの屈折率変化膜 6 の屈折率変化による反射率の変化を示す図。

【図 13】

誘電体層の dn/λ を変化させたときの反射率の変化を示す図。

【図 14】

本発明で作製した光情報記録装置のブロック図。

【図 15】

記録時の記録ストラテジーを示す図。

【図 16】

本発明で作製した 2 層光記録媒体の 1 層目の再生パワーに対する S/N の変化を示す図。

【図 17】

本発明で作製した 2 層光記録媒体の 2 層目の記録パワーに対する S/N の変化を示す図。

【図 18】

本発明で作製した多層光記録媒体作製用成膜装置の構造の模式図。

【図 19】

本発明で作製した化学気相堆積法を利用した多層光記録媒体作製用成膜装置の構造の模式図。

【図 20】

積層膜総数を変化させたときの屈折率変化膜の各屈折率変化に対応した反射率

差 ΔR を示す図。

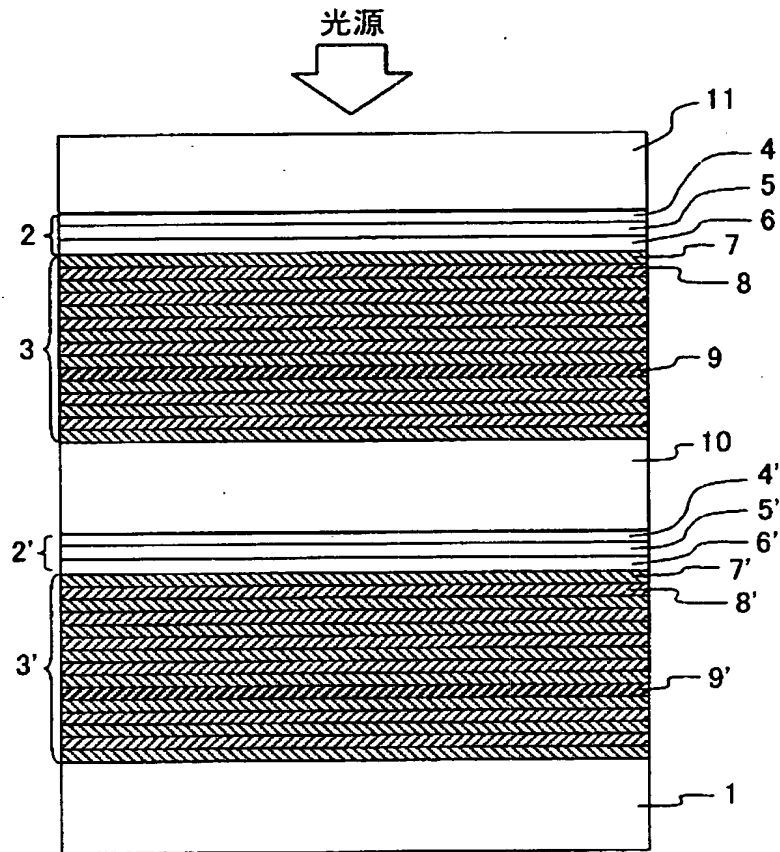
【符号の説明】

1…基板、2…光記録層、3…誘電体多層反射層、4…保護膜、5…記録膜、6…保護膜、7…低屈折率膜、8…高屈折率膜、9…屈折率変化膜、10…中間層、11…カバー層、12…パルス発生器、13…光源、14…偏光子、15…入射光、16…反射光、17…検光子、18…フィルター、19…受光器、20…デジタルオシロスコープ、21…制御用コンピューター、22…焦点レンズ、100…光ディスク、101…媒体判別手段、102…モータ回路制御手段、103…モータ、104…ピックアップ、105…プリアンプ、106…読出し信号処理手段、107…アドレス読取手段、108…クロック同期信号読取り手段、109…再生信号復調手段、110…再生データ送出手段、111…レーザー選択手段、112…レーザーパワー制御情報解析手段、113…ピークパワー決定手段、114…パワー比決定手段、115…記録パワーDCアンプ、116…消去パワーDCアンプ、117…レーザードライバ、118…読み出しパワーDCアンプ、119…読み出しパワー決定手段、120…記録データ受入手段、121…記録データ変調手段、122…記録タイミング補正手段、123…ピックアップ移動ドライバ、124…情報はコントローラ、125…ピックアップ制御回路、126…トラッキング誤差検出手段、200…多層膜、201…記録ビット、210…励起用光源、211…測定用光源、212…基板上に形成された誘電体多層膜、213、214…光学フィルター、215…ハーフミラー、216…デジタルオシロスコープ、217、217'…光ディテクター、218…ミラー、219、220…集光用レンズ、221…遅延発生器、301…ロードロックス室、302…スパッタ成膜室、303…誘電体多層反射層形成用チャンバー、304…回転基板ホルダー、305…スパッタ用ターゲット、306…誘電体多層反射層形成用ターゲット、307…光ディスク基板、308…誘電体多層反射層形成用原料供給源、309…原料導入管、310…中間層形成用チャンバー。

【書類名】 図面

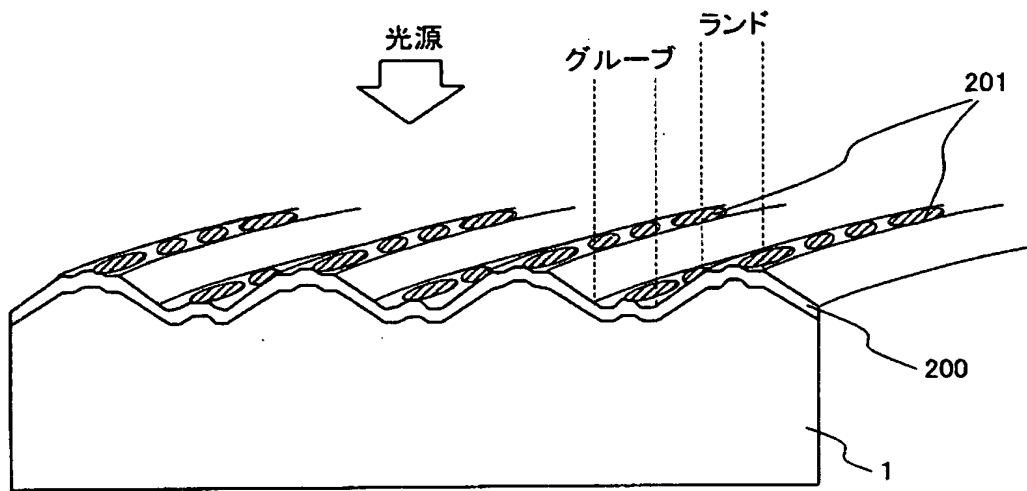
【図 1】

図 1



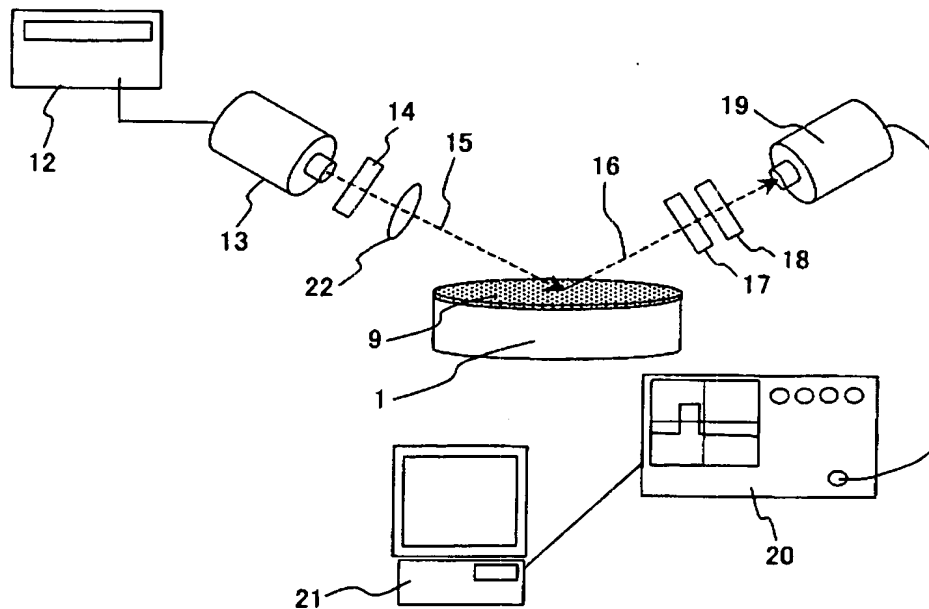
【図 2】

図 2



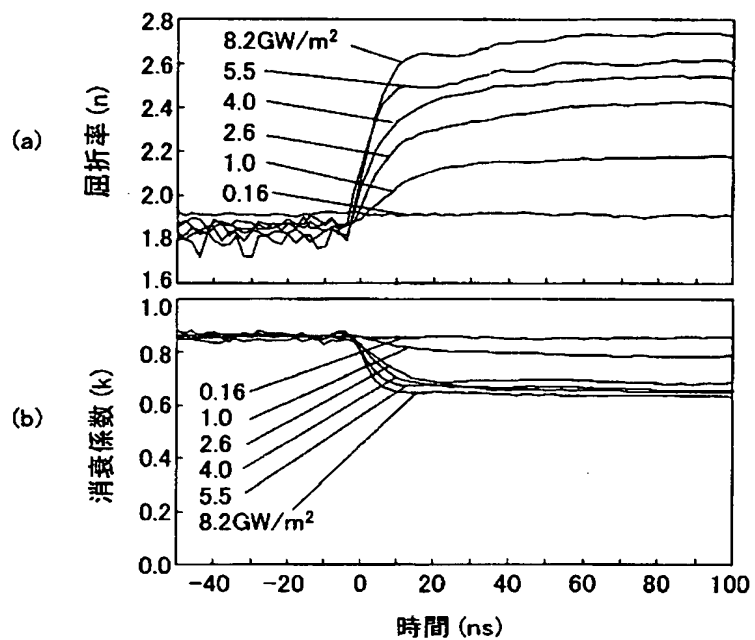
【図 3】

図 3



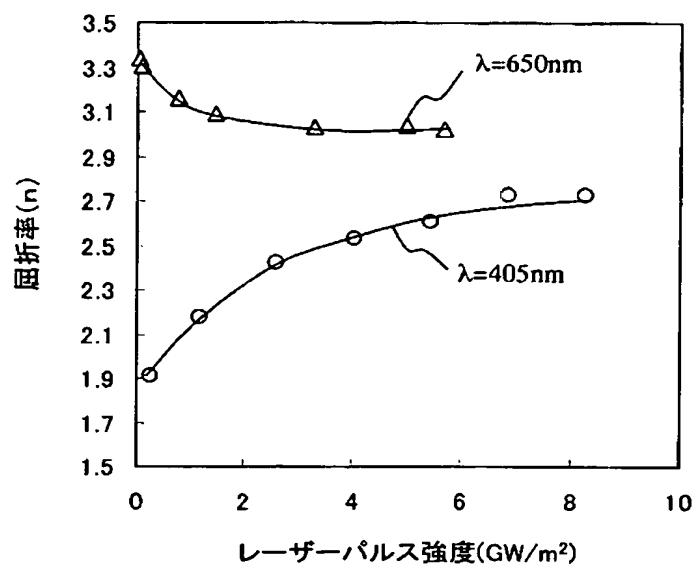
【図 4】

図 4



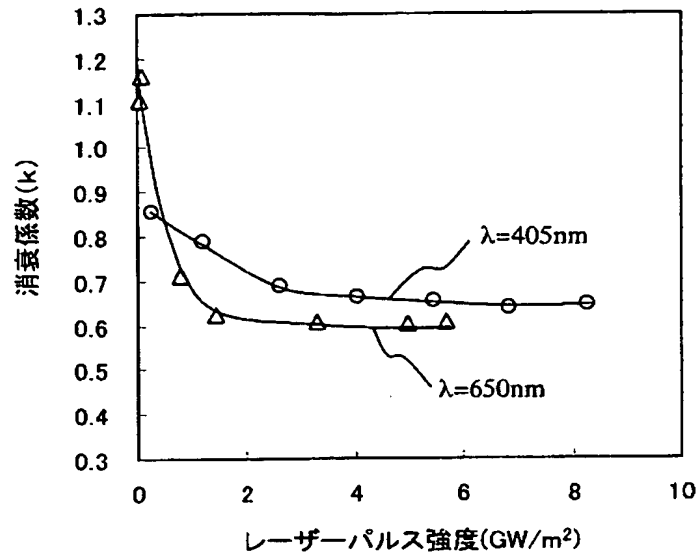
【図 5】

図 5



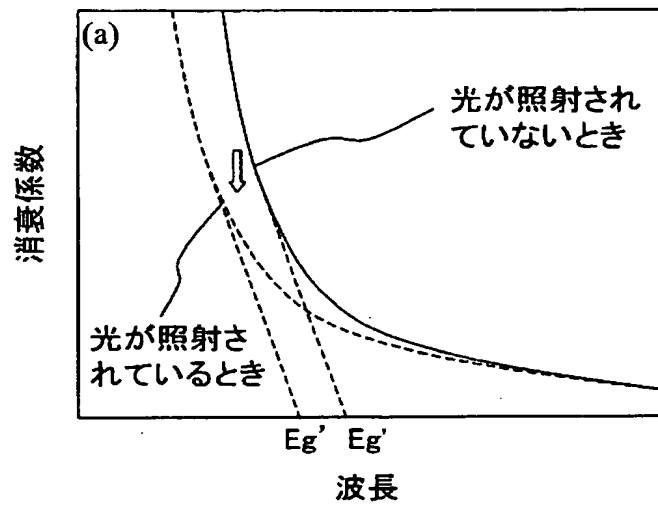
【図 6】

図 6



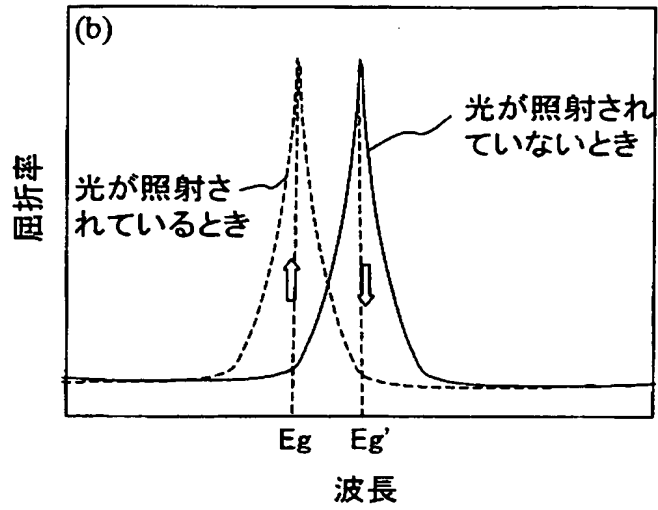
【図 7】

図 7



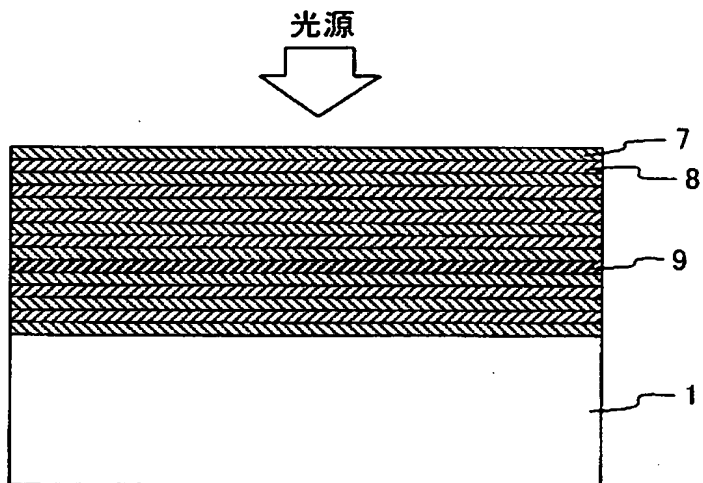
【図 8】

図 8



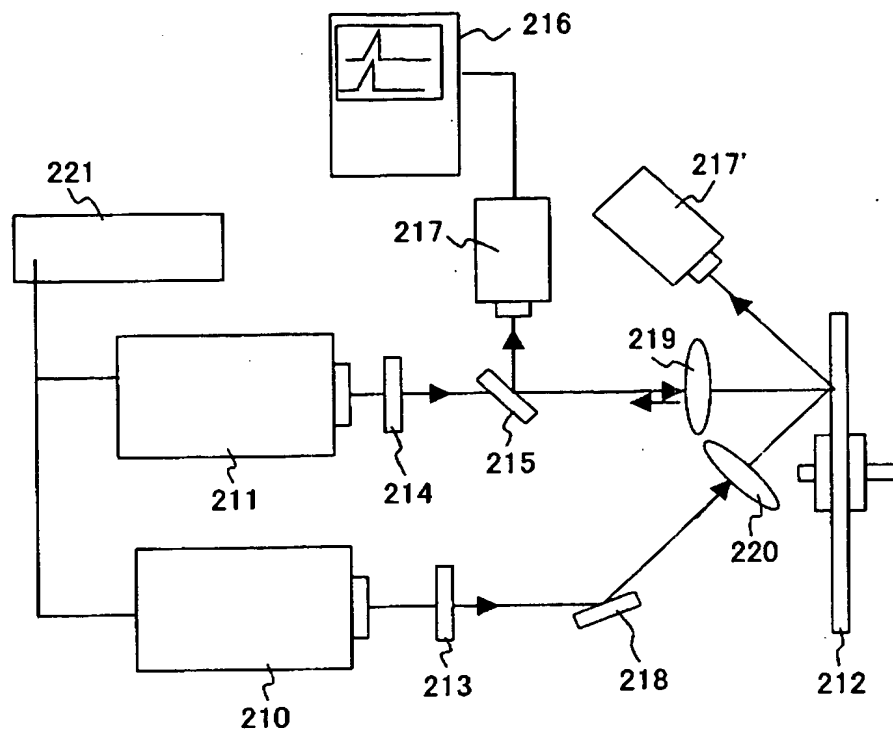
【図 9】

図 9



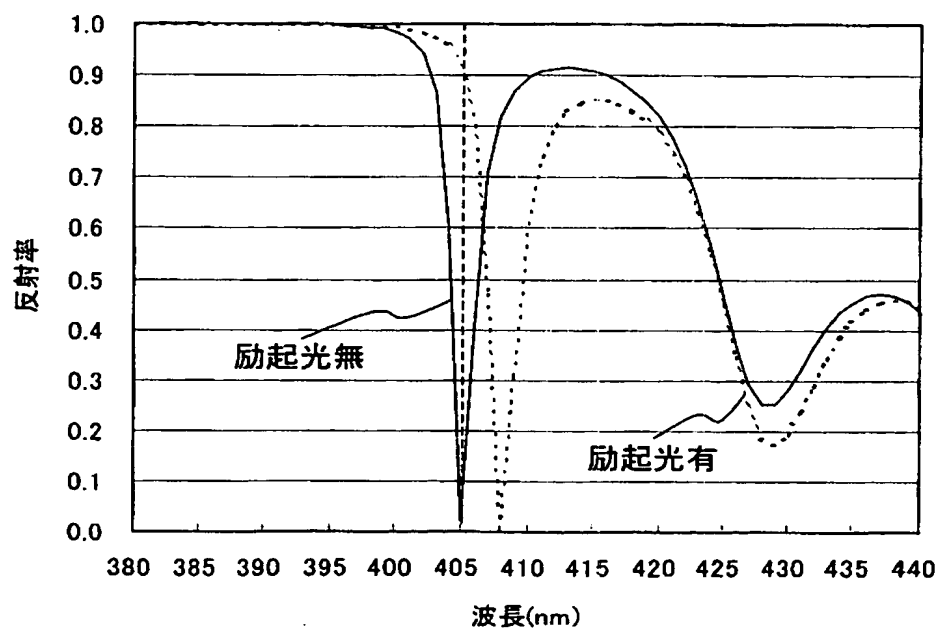
【図 10】

図 10



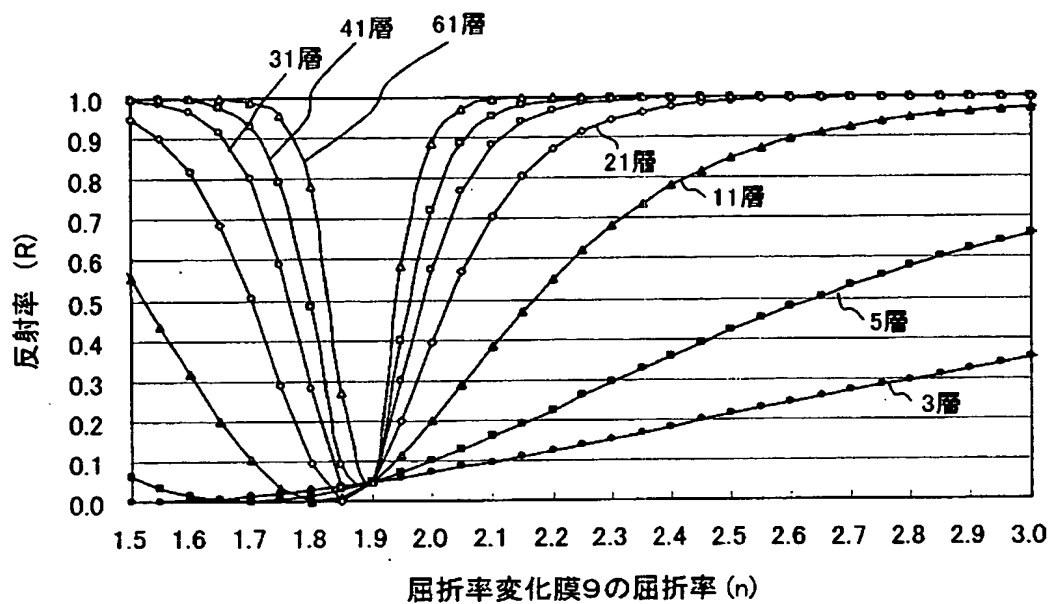
【図 11】

図 11



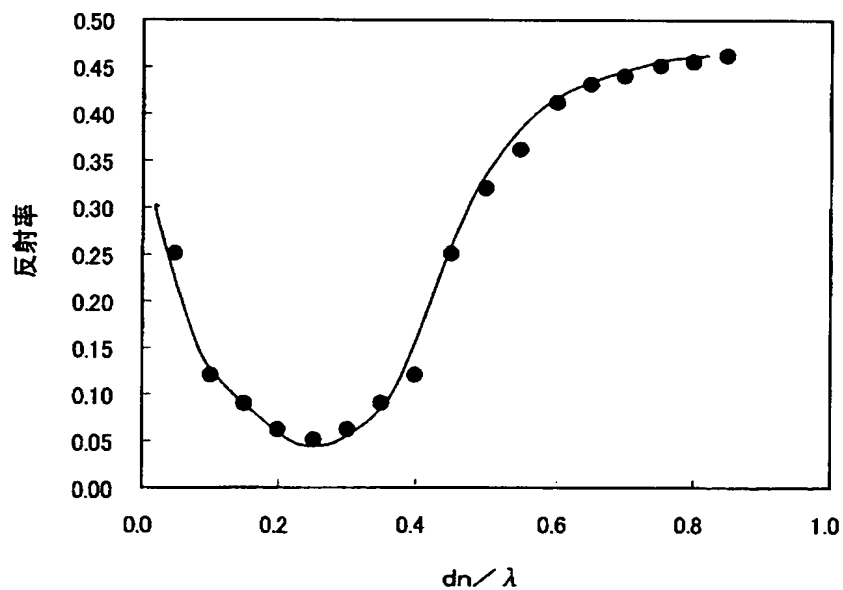
【図 1 2】

図 1 2



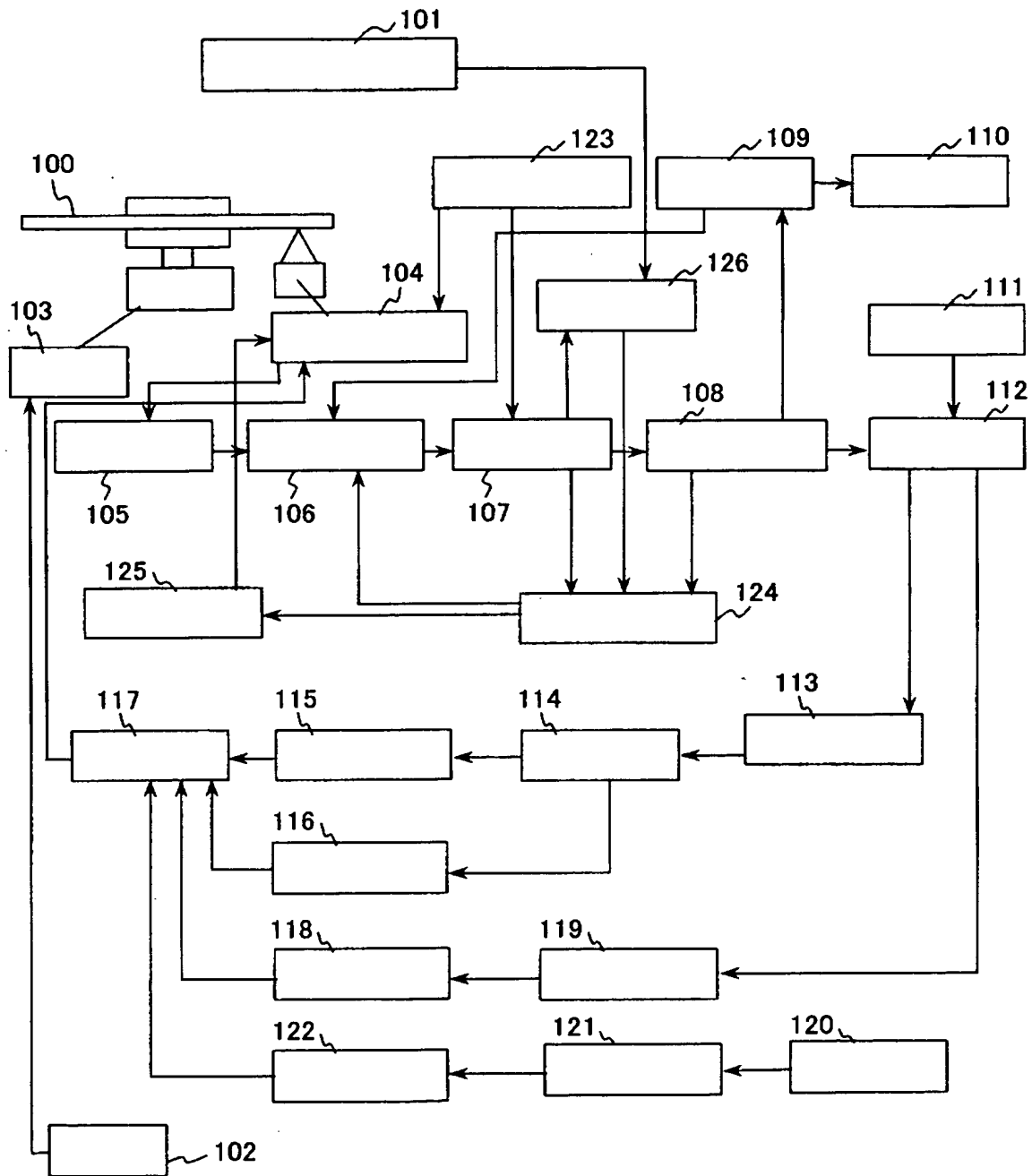
【図 1 3】

図 1 3



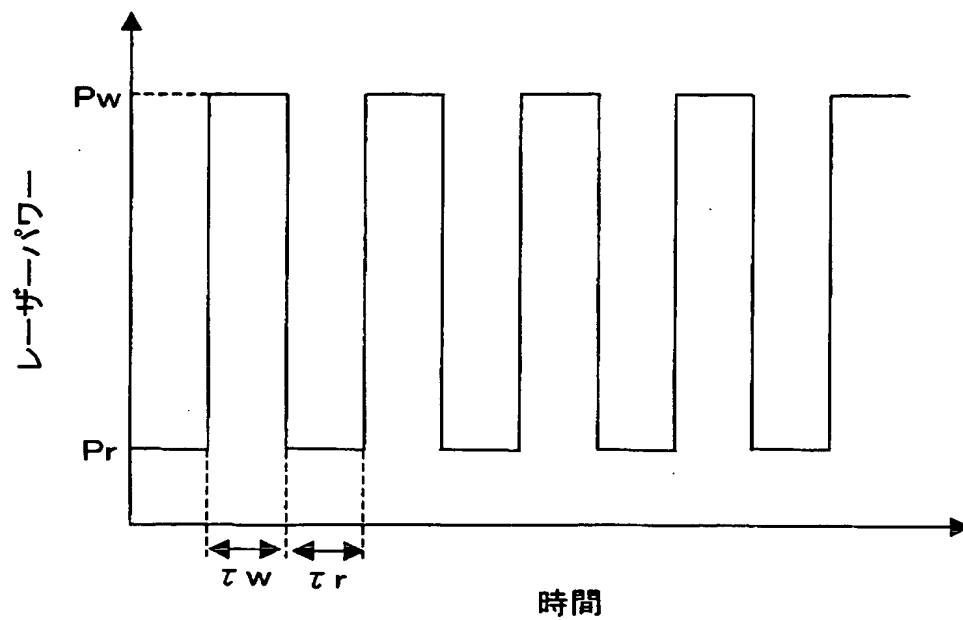
【図 14】

図 14



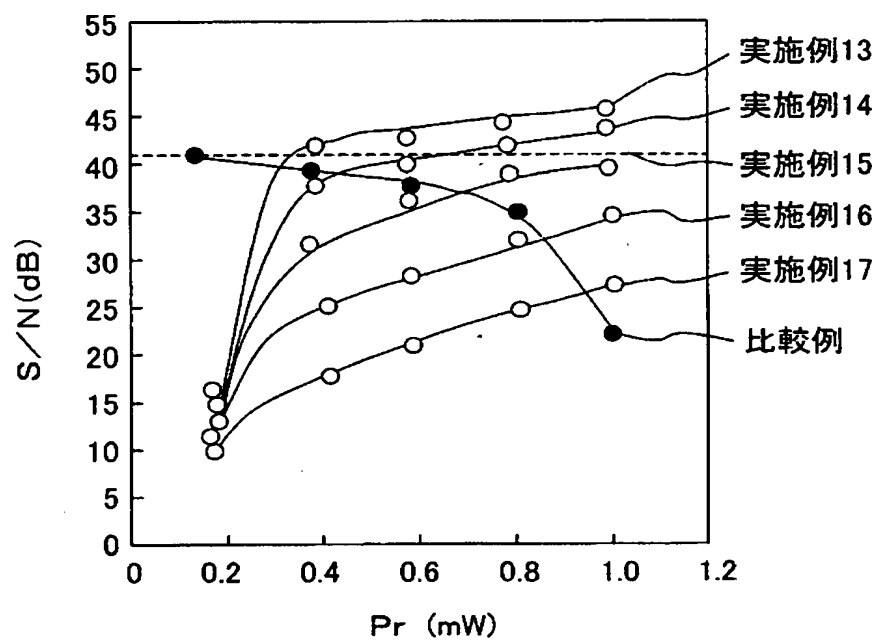
【図 15】

図 15



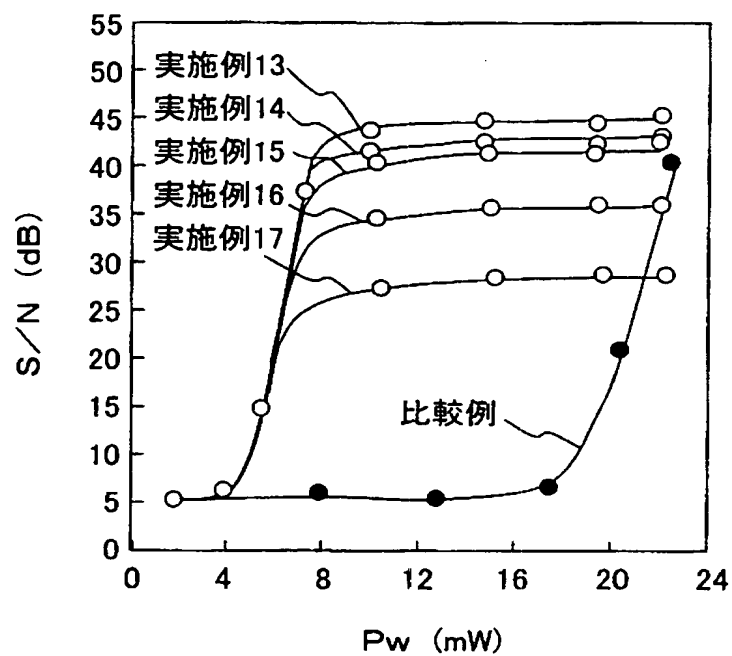
【図 16】

図 16



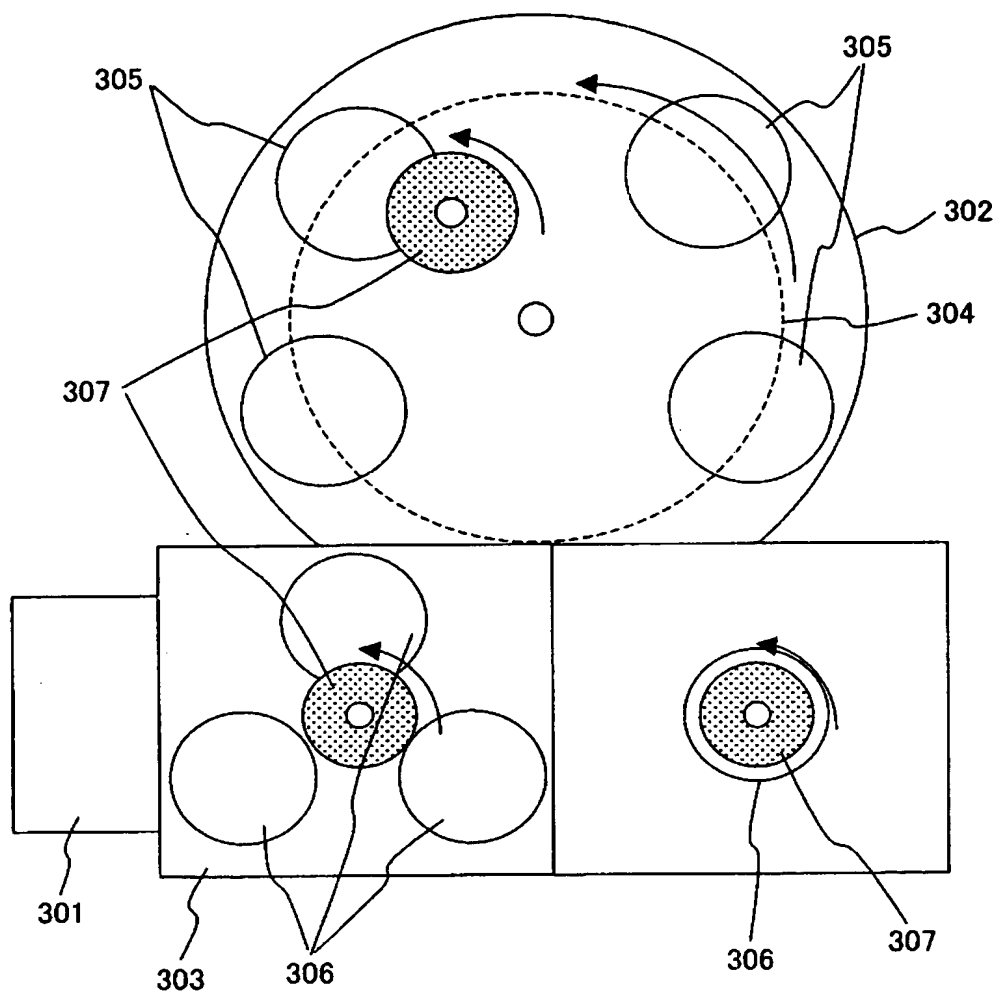
【図 17】

図 17



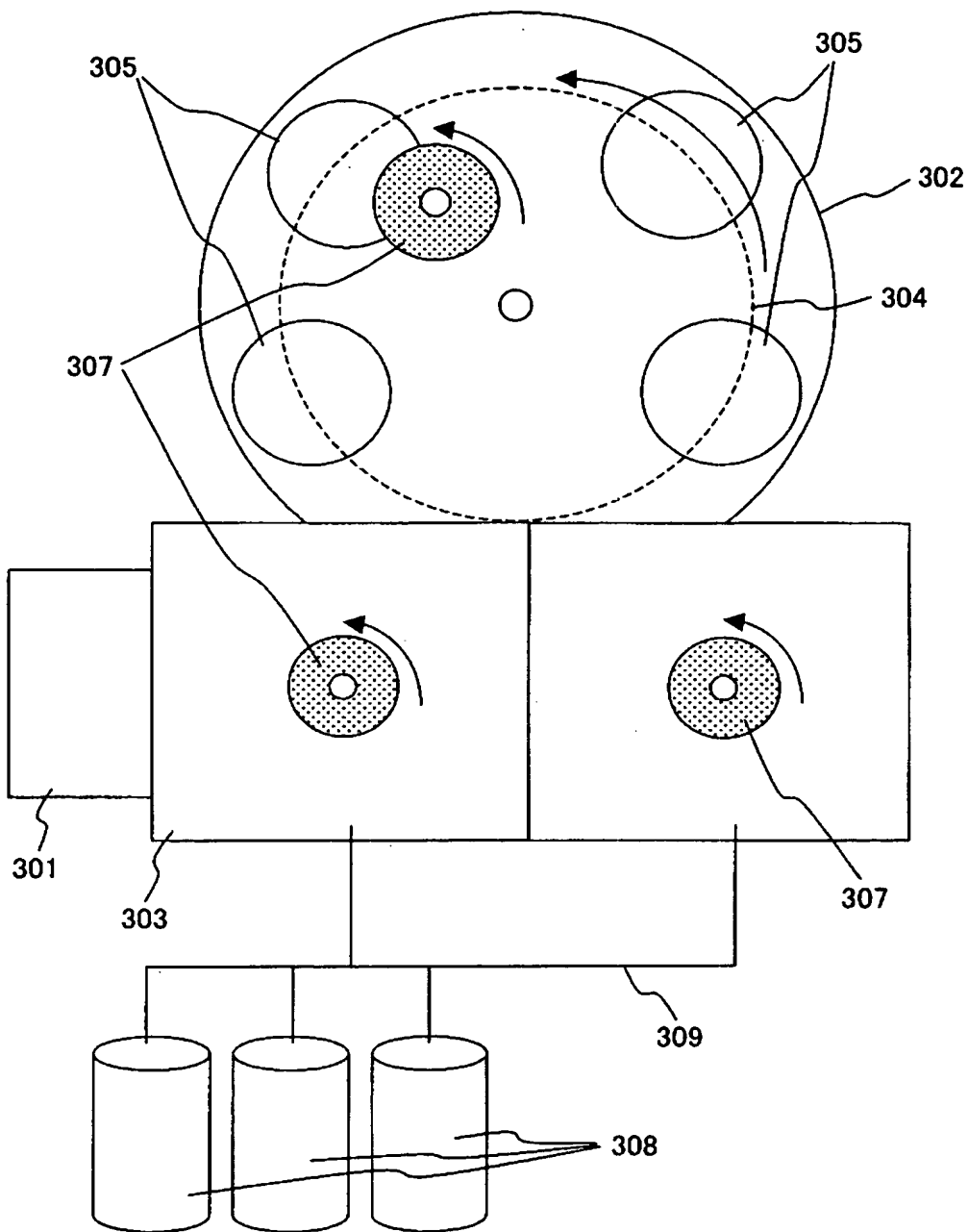
【図 18】

図 18



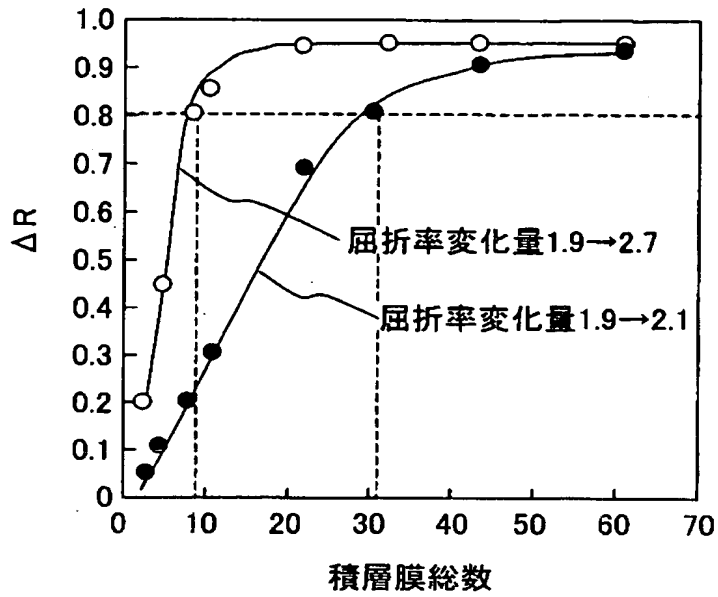
【図 19】

図 19



【図 20】

図 20



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 照射するレーザー強度が低く、記録層間のクロストークが少ない多層光記録情報媒体を得る。

【解決手段】 各光情報記録層の下部に、低屈折率層と高屈折率層の積層体及びレーザー照射によって屈折率の変化する屈折率変化膜からなる誘電体多層反射膜を設け、この誘電体多層反射膜は、レーザーが集光照射され、読書きがなされる部位は反射率が高く、それ以外の部位は透過率が高い多層光情報記録媒体。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 8 9 5 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名 株式会社日立製作所